

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Акчурин Сергей Владимирович
Должность: Заместитель директора института зоотехнии и биологии
Дата подписания: 10.02.2026 11:27:19
Уникальный электронный ключ:
7abcc100773a07c9c5e04a7a083ff3fbbf160d3a



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт садоводства и ландшафтной архитектуры
Кафедра молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института зоотехнии и
биологии

Акчурин С.В.

“30” августа 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.02 Структурная и сравнительная геномика

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление 06.04.01 Биология

Направленность (программа) «Биоинформатика»

Курс: 1

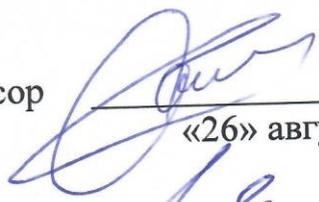
Семестр: 1

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

Москва, 2025

Разработчики(и): С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор


«26» августа 2025 г.

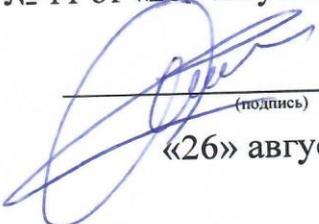
Рецензент: Монахос Г.Ф., к.с.-х.н., ст.н.с.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)
«26» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, по направлению подготовки 06.04.01 Биология и учебного плана.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства, протокол № 11 от «26» августа 2025 г.

Зав. кафедрой С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)
«26» августа 2025 г.

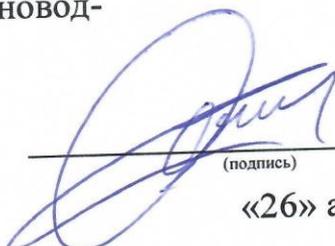
Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института садоводства и ландшафтной архитектуры
Маланкина Е.Л., д.с.-х.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

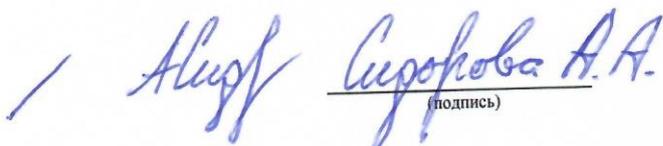

(подпись)
«27» августа 2025 г.

Заведующий выпускающей кафедрой молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства

С.Г. Монахос, д.с.-х.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)
«26» августа 2025 г.

Зав. Отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	4
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	5
ПО СЕМЕСТРАМ	5
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	12
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ..	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	15
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	16
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	17
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .	18
Виды и формы отработки пропущенных занятий	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.В.02 «Структурная и сравнительная геномика»
для подготовки магистра по направлению 06.04.01 Биология
направленности «Биоинформатика»

Цель освоения дисциплины: изучение основных принципов организации генетического материала, а также понимание механизмов эволюции геномов и их взаимосвязи с фенотипическими изменениями.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана по направлению подготовки 06.04.01 Биология

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: 3 профессиональные компетенции ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4 (ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-3.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3).

Краткое содержание дисциплины: дисциплина "Сравнительная и структурная геномика" изучает методы и подходы, которые используются в геномике для выявления и изучения различий и сходств между геномами отдельных организмов. Основной упор в дисциплине делается на применение геномики в селекции, то есть на использование полученных знаний для улучшения генетических характеристик растений и животных. В рамках курса рассматриваются основные генетические механизмы и закономерности, которые влияют на качество и продуктивность растительных и животных культур. Также изучаются современные методы физической и молекулярной картографии генома, анализ ДНК-маркеров и другие подходы, которые используются для определения генетического состава организмов и выявления генетических маркеров, характеризующих определенные качества и характеристики.

Общая трудоемкость дисциплины: 72/2 (часы/зач. ед.)

Промежуточный контроль: зачет

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины "Структурная и сравнительная геномика в селекции" является систематизированное получение знаний о молекулярных процессах в клетках, принципах идентификации геномных последовательностей, их биоинформатического анализа, молекулярно-генетических маркерах и основах структурной и функциональной геномики. Кроме того, не менее важной частью является изучение возможностей практического применения этих знаний, формирование современных представлений о направлениях развития геномики и биоинформатики. Полученная фундаментальная теоретическая база необходима для овладения современными методами селекции растений.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Структурная и сравнительная геномика» включена в часть профессионального цикла, формируемую участниками образовательных отноше-

ний (Б1.В.02). Реализация в дисциплине «Структурная и сравнительная геномика» требований ФГОС ВО, ОПОП и Учебного плана по направлению 06.04.01 Биология для подготовки магистров направленности «Биоинформатика».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Геномика растений», являются «Биохимия», «Генетика», «Молекулярная генетика», «Физиология растений».

Дисциплина «Геномика растений» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Структурная и сравнительная геномика», «Транскриптомика и протеомика», «Современная селекция растений», «Биоинформатика в селекции животных», «Современная селекция животных».

Особенностью дисциплины «Структурная и сравнительная геномика» является то, что она возникла как результат развития генетики, микробиологии, молекулярной биологии, биохимии и т.д. В связи с этим, изучаемая дисциплина является междисциплинарной и помогает студентам увидеть межпредметные связи и систематизировать теоретические знания, полученные ранее в процессе обучения. Она даёт магистрантам знания о современных направлениях развития и практических применения геномики, а также о методологии использования биоинформатических инструментов анализа.

Рабочая программа дисциплины «Структурная и сравнительная геномика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Структурная и сравнительная геномика», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-2	Способен обрабатывать и критически оценивать результаты научных исследований, обобщать полученные экспериментальные данные с использованием современных цифровых средств и технологий	ПКос-2.1 правила и методики анализа результатов научных исследований, специализированное программное обеспечение, способы обработки получаемых эмпирических данных и их интерпретации	алгоритм поиска кодирующих и регуляторных участков в ДНК, определения и исследование точечных мутаций	использовать алгоритм поиска кодирующих и регуляторных участков в ДНК, определения и исследование точечных мутаций	навыками поиска кодирующих и регуляторных участков в ДНК, определения и исследование точечных мутаций
			ПКос-2.2 анализировать получаемую полевую и лабораторную биологическую информацию с использованием современной вычислительной техники; систематизировать экспериментальные данные; обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний; получать новые до-	основные типы картирующих популяций, методы их создания, использования для создания генетической карты	использовать основные типы картирующих популяций, методы их создания, использования для создания генетической карты	навыками использования данных молекулярного генотипирования для создания генетической карты

			<p>стоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; представлять результаты научных исследований; нести ответственность за качество выполняемых работ</p>			
			<p>ПКос-2.3 навыками подготовки научных публикаций, отчетов, обзоров, патентов и докладов; участия в организации и проведении научных семинаров и конференций; статистическими методами сравнения полученных экспериментальных данных и определения закономерностей; способностью формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результа-</p>	<p>основные ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, информационно-справочные системы для поиска научной биологической информации</p>	<p>пользоваться зарубежными и отечественными информационными базами данных при составлении рефератов, обзоров, для поиска научной литературы в учебной и профессиональной деятельности</p>	<p>навыками использования программных средств и работы в компьютерных сетях, использования ресурсов Интернета применительно к биологическим объектам</p>

			тов исследований			
1.	ПКос-3	Способен самостоятельно в качестве руководителя или члена коллектива организовывать и управлять производственной и научно-исследовательской деятельностью в избранной и смежных предметных областях	ПКос-3.1 научно-методические основы и методы биоинформатики для решения производственных и научно-исследовательских задач в области растениеводства и животноводства	особенности структурно-функциональной организации нуклеиновых кислот	оценить роль различных элементов генома в эволюции	фундаментальными знаниями о структуре и функции геномов
			ПКос-3.2 проводить производственно-технологическую деятельность в области биоинформатики и смежных дисциплин, самостоятельно использовать современные технологии для решения задач профессиональной деятельности	основы функционирования геномов	применять знания о структуре, организации, уровнях функционирования, стабильности и полиморфизме геномов	навыками сравнительного анализа в геномике
			ПКос-3.3 современные технологиями в области биоинформатики и геномики, применяемые при решении теоретических и практических задач в селекции растений и животных	основы структурного анализа геномов	исследовать структурные и функциональные особенности нуклеиновых кислот	идеологическими и методологическими критериями для понимания структурных подразделов структурной и сравнительной геномики
2.	ПКос-4	Способен профессионально	ПКос-4.1 специфика	основные базы данных	осуществлять критиче-	навыками использова-

		<p>работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области</p>	<p>полевых и лабораторных работ в соответствии с избранной предметной областью, принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ)</p>	<p>нуклеиновых кислот и белков, научных статей в сети Интернет</p>	<p>ский анализ опубликованной информации, использовать данные нуклеиновых кислот и белков в анализе</p>	<p>ния поисковых систем, и программного обеспечения для анализа нуклеиновых кислот и белков в сети Интернет</p>
		<p>ПКос-4.2 проводить эксперименты с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)</p>	<p>ПКос-4.2 проводить эксперименты с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ)</p>	<p>основные типы ДНК-маркеров и технологии молекулярного генотипирования</p>	<p>использовать основные типы ДНК-маркеров и технологии молекулярного генотипирования</p>	<p>навыками использования основных типов ДНК-маркеров и технологии молекулярного генотипирования</p>
		<p>ПКос-4.3 способность оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов</p>	<p>ПКос-4.3 способность оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов</p>	<p>основное программное обеспечение и методы математической статистики в геномике</p>	<p>использовать стандартные и специализированные пакеты прикладных компьютерных программ для решения практических задач биоинформатики</p>	<p>методами проведения необходимых этапов статистического и сравнительного анализа, компьютерной обработки, диагностики, моделирования биологических последовательностей</p>

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость
	час.
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72
1. Контактная работа:	42.25
Аудиторная работа	42
<i>в том числе:</i>	
лекции (Л)	14
практические занятия (ПЗ)	28
консультации перед экзаменом	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	29.75
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	29.75
Подготовка к экзамену (контроль)	-
Вид промежуточного контроля:	Зачет

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С	ПКР	
Раздел 1. Структурная и сравнительная геномика	72	14	28	0,25	29,75
Введение в геномику	10	2	4	-	4
Тема 1. Методы и технологии геномики	10	2	4	-	4
Тема 2. Геномика организмов	10	2	4	-	4
Тема 3. Структурная геномика	14	3	6	-	5
Тема 4. Сравнительная геномика	13,75	3	6	-	4,75
Тема 5. Эволюция геномов	10	2	4	-	4
Тема 6. Инструментальные методы в геномике	10	2	4	-	4
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
Итого по дисциплине	72	14	28	0.25	29,75

Раздел 1. Структурная и сравнительная геномика

Введение в геномику

История развития геномики. Основные понятия и определения геномики. Геном: структура, функции и свойства. Геномные проекты: фундаментальные задачи и практические решения.

Тема 1. Методы и технологии геномики

Молекулярные методы: ПЦР (полимеразная цепная реакция), секвенирование ДНК, флуоресцентная *in situ* гибридизация (FISH), хромогенная *in situ* гибридизация (CISH), Саузерн-блоттинг, скрининг библиотек геномной ДНК. Методы секвенирования ДНК: Sanger, Illumina, PacBio, Nanopore. Генерация и хранение геномных данных. Современные принципы работы с целым геномом. Инструменты для сборки и работы с геномом. Биоинформатический анализ данных секвенирования ДНК.

Тема 2. Геномика организмов

Прокариоты. Эукариоты. Человеческий геном: структура и строение. Основные характеристики генома человека. Геном растений: организация генетического материала, особенности строения хромосом. Различные типы геномов растений. Основные характеристики генома растений.

Тема 3. Структурная геномика

Основные достижения в геномике. Цели и задачи структурной геномики. Генные элементы: экзоны, интроны, промоторы, РНК-гены, некодирующие РНК. Геномная структура и её изменения. Анализ геномов. Функциональная аннотация геномов. Геномика популяций и геномика ассоциаций. Направления развития геномики.

Тема 4. Сравнительная геномика

Методы сравнительной геномики: сравнительный анализ последовательностей ДНК, экспрессии генов, функциональных элементов генома. Сравнение геномов бактерий: структура и функции генома, гены бактериальной патогенности, эволюционные изменения генома. Сравнение геномов животных: определение общих и отличительных черт геномов, сравнение геномов разных видов. Методы сравнительного анализа геномов разных организмов.

Тема 5. Эволюция геномов

Эволюция геномов. Механизмы изменения генома: мутации, рекомбинация, геномные дупликации. Эволюция генов. Сравнительная геномика в филогении. Сравнительная геномика и функциональная геномика.

Тема 6. Инструментальные методы в геномике

Биоинформатические подходы к анализу геномов: сборка, картирование, поиск и аннотация SNV. Филогенетический анализ геномов. Установление корреляций между фенотипом и генотипом.

4.3 Лекции, практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
	Раздел 1. Структурная и сравнительная геномика		ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4	устный опрос, контрольная работа	42.25
1.	Введение в геномику	Лекция № 1. Введение в геномику	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4		2
		Практическая работа № 1. Введение в геномику	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	4
2.	Тема 1. Методы и технологии геномики	Лекция № 2. Методы и технологии геномики	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4		2
		Практическая работа №2-4. Методы и технологии геномики	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	4
3.	Тема 2. Геномика организмов	Лекция № 3. Геномика организмов	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4		2
		Практическая работа № 5. Геномика организмов	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	4
4.	Тема 3. Структурная геномика	Лекция № 4. Структурная геномика	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4		4
		Практическая работа № 6. Сравнительная геномика	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	6
5.	Тема 4. Сравнительная геномика	Лекция № 5. Сравнительная геномика	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4		4
		Практическая работа № 7. Сравнительная геномика	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	6
6.	Тема 5. Эволюция геномов	Лекция № 6. Эволюция геномов	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4		2
		Практическая работа № 8.	ПКос-2,	устный опрос	4

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов
		Эволюция геномов	ПКос-3, ПКос-4		
7.	Тема 6. Инструментальные методы в геномике	Лекция № 7. Эволюция геномов	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4		2
		Практическая работа № 8. Эволюция геномов	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4	устный опрос	4
		Итоговая контрольная работа	ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4	контрольная работа	

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1		
1.	Введение в геномику	Основные положения классической генетики. Постулаты молекулярной генетики. Нуклеиновые кислоты. Содержание и организация геномной информации. Понятия генотип и фенотип. ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4
2.	Тема 1. Методы и технологии геномики	Определение геномики и ее связь с биологией. История развития геномики: от открытия ДНК до секвенирования генома. Основы генетики и геномики: гены, хромосомы, ДНК-полимераза, РНК, белки. ПЦР, гибридизация ДНК, генетическое клонирование, методы мутагенеза, CRISPR / Cas9. Технологии секвенирования генома: 1е, 2е и 3е поколения. ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4
3.	Тема 2. Геномика организмов	Генные элементы: экзоны, интроны, промоторы, РНК-гены, некодирующие РНК. Геномная структура и её изменения. Структура и разнообразие хромосом растений. Геномы высших растений. Методы анализа геномов. Структурное моделирование. Анализ последовательностей ДНК. Функциональная аннотация геномов. Геномика популяций и геномика ассоциаций. Направления развития геномики. Последние достижения в области структурной геномики. ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4
4.	Тема 3. Структурная геномика	Основные достижения в геномике. Цели и задачи структурной геномики. Генные элементы: экзоны, интроны, промоторы, РНК-гены, некодирующие РНК. Геномная структура и её изменения. Анализ геномов. Функциональная аннотация геномов. Геномика популяций и геномика ассоциаций. Направления развития геномики. ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4
5.	Тема 4. Сравнительная геномика	Методы сравнительной геномики: сравнительный анализ последовательностей ДНК, экспрессии генов, функциональных элементов генома. Сравнение геномов бактерий: структура и функции генома, гены бактериальной патогенности, эволюционные изменения генома. Сравнение геномов животных: определение общих и отличительных черт геномов, сравнение геномов разных видов. Методы сравнительного анализа геномов

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		разных организмов. ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4
6.	Тема 5. Эволюция геномов	Эволюция геномов. Механизмы изменения генома: мутации, рекомбинация, геномные дупликации. Эволюция генов. Сравнительная геномика в филогении. Сравнительная геномика и функциональная геномика. ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4
7.	Тема 6. Инструментальные методы в геномике	Биоинформатические подходы к анализу геномов: сборка, картирование, поиск и аннотация SNV. Филогенетический анализ геномов. Установление корреляций между фенотипом и генотипом. ПКос-2, ПКос-3, ПКос-4

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. Введение в геномику	ПЗ	Круглый стол
2.	Тема 2. Структурная геномика	Л	Проблемная лекция
3.	Тема 3. Сравнительная геномика	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
4.	Тема 4. Геномика в селекции растений и животных	ПЗ	Интерактивная форма: мастер-класс
5.	Тема 5. Инструментальные методы в геномике	Л	Проблемная лекция

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Контрольная работа

Вариант 1

1. Цели и задачи сравнительной геномики.
2. Организация генома прокариот.
3. Функциональная аннотация геномов
4. CRISPR / Cas9

Вариант 2

1. Содержание и организация геномной информации.

2. Секвенирование 2 поколения
3. Модификации генома и их роль в селекции
4. Биоинформатические подходы к анализу геномов

Вариант 3

1. Методы и подходы сравнительной геномики.
2. Секвенирование 3 поколения
3. Модификации генома и их роль в селекции
4. Происхождение и эволюция генов

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Балльно-рейтинговая система оценки

Объем рейтинга составляет: за текущий контроль - 30% от нормативного рейтинга дисциплины, за рубежный контроль - 30% от нормативного рейтинга дисциплины и за итоговый контроль - 40% от нормативного рейтинга дисциплины.

Таблица 7

Система рейтинговой оценки

Оценочные средства	Баллы			
Устный опрос	0	2	4	5
Контрольная работа	0-4	5-6	7-8	9-10
Экзамен	0-8	9-13	14-17	18-20
Оценка	Неуд.	Удовл.	Хорошо	Отлично
Посещение лекций и практических занятий				
Посещаемость	≤85%	86-88%	89-91%	92-100%
Баллы	0	10	20	30

Посещаемость рассчитывается, как отношение числа пропущенных занятий к общему числу занятий.

Максимальное число баллов – 100

Для допуска к сдаче зачета с оценкой по дисциплине необходимо:

- фактический рейтинг семестрового контроля должен составлять более 50% от нормативного рейтинга семестрового контроля для дисциплины ($R_{\text{факт.сем}} > 50\%R_{\text{норм семестр}}$), т.е. должен быть достигнут пороговый рейтинг;
- должен быть выполнен объем аудиторных занятий (включая посещение лекций), предусмотренный учебным планом.

Рейтинговый балл, выставляемый студенту

Рейтинговый балл (в % от макс. балла за дисциплину)	Оценка по традиционной шкале
85,1-100%	Отлично
65,1 – 85 %	Хорошо
60,1 – 65 %	Удовлетворительно
Менее 60 %	Неудовлетворительно

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Брюхин, В. Б. Функциональная генетика и геномика : учебно-методическое пособие / В. Б. Брюхин, Е. В. Андрусенко. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2021. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/283718>.
2. Общая генетика : учебное пособие для вузов / Е. А. Вертикова, В. В. Пыльнев, М. И. Попченко, Я. Ю. Голиванов ; под редакцией Е. А. Вертикова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 112 с. — ISBN 978-5-507-50661-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/454442>.

7.2 Дополнительная литература

1. Браун Т. А. Геномы / Т. А. Браун. - Москва : Ин. компьютерных исслед., 2011. - 921 с.
2. Прохоров И. А. Селекция и семеноводство овощных культур : учебник по спец.310300 "Плодоовощеводство и виноградарство" / И.А.Прохоров, А.В.Крючков, В.А.Комиссаров; М-во сел.хоз-ва и прод.РФ. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Колос, 1997. - 479 с.
3. Общая селекция растений : учебник , для студентов обучающихся по направлению 110400 - "Агрономия" / Ю. Б. Коновалов [и др.]. - СПб. : Лань, 2013. - 477 с.
4. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур : для подготовки бакалавров, обучающихся по направлению 110400 - "Агрономия" / ред. В. В. Пыльнев. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 438 с.
5. Конищев А. С. Молекулярная биология : учебник для студ. вузов по спец. "Биология" / А. С. Конищев, Г. А. Севастьянова. - М. : Academia, 2003. - 400 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Protein Data Bank, база данных PDB – <http://www.rcsb.org> (открытый доступ)

2. Европейская молекулярно-биологическая лаборатория - <https://www.embl.org/> (открытый доступ)
3. Бесплатная поисковая система по биомедицинским исследованиям PubMed - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (открытый доступ)
4. Сервер Национального центра биотехнологической информации США (NCBI): базы данных GenBank, NCBI Protein Database, UniGene, HomoloGene и др. - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> (<http://www.pubmed.com>) (открытый доступ)
5. DNA Data Bank of Japan - <https://www.ddbj.nig.ac.jp/index-e.html>
6. SWISS-PROT, UniProt the protein sequence data bank, база данных UniProt - <http://beta.uniprot.org> (открытый доступ) (открытый доступ)
7. База данных UniProt на сервере Европейского института геномики и протеомики (European Bioinformatics Institute, EBI) – <http://www.ebi.ac.uk/uniprot> (открытый доступ)
8. Базы данных Swiss-Prot, TrEmbl, UniProt на сервере ExPASy (Expert Protein Analysis System) Швейцарского Института Геномики и протеомики SIB - <http://www.expasy.org/sprot> (открытый доступ)
9. База данных CATH Protein Structure Classification - <http://www.cathdb.info/>
10. NCBI VAST - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/VAST/vast.shtml> (открытый доступ)
11. Классическая и молекулярная биология – <http://molbiol.ru> (открытый доступ)
12. Объединенный Центр вычислительной биологии и геномики, и протеомики, русскоязычный информационный сайт с веб-адресами и краткой характеристикой молекулярно-биологических баз данных – <http://www.jcibi.ru> (открытый доступ)
13. Практическая молекулярная биология – <http://molbiol.edu.ru> (открытый доступ)
14. База данных геномов растений - <https://www.plantgdb.org/>
15. Сервер Центра моделирования молекул Национального Института Здоровья NIH, США – <http://cmm.info.nih.gov/modeling> (открытый доступ)

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Программное обеспечение и информационно справочные системы не используются				

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины обеспечен аудиторией, оборудованной персональными компьютерами, мультимедийными средствами для демонстрации презентаций и доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, Читальные залы библиотеки	Столы, стулья, учебная литература
Общежитие №5 Комната для самоподготовки	Столы, стулья

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Основной объем материала студенту необходимо освоить самостоятельно в соответствии с темами для самостоятельной подготовки из таблицы 5. Студенты должны соблюдать дисциплину, вовремя приходить на занятия, предоставлять на проверку домашнюю работу, готовиться к проверочным и контрольным работам, предусмотренным курсом, проявлять активность на занятиях. Важное место в образовательном процессе занимает самостоятельная работа студентов. Для организации самостоятельной работы студентов по курсу используются современные информационные технологии: размещенные в сетевом доступе комплексы учебных и учебно-методических материалов (программа, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания для самоконтроля), свободный доступ к сети «Интернет» для работы с базами молекулярных данных.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан предоставить и защитить реферат по пропущенной теме.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Педагог, проводящий занятия, должен обладать высокой квалификацией и опытом. Необходимо разбираться в нюансах работы, чтобы при необходимости была возможность исправить ошибку студента. Для успешного освоения предмета необходимо периодически организовывать обсуждения и дискуссии по темам дисциплины.

Все практические работы носят строго профессиональный характер. Навыки, полученные при выполнении этих работ, пригодятся студенту на всех этапах обучения, при подготовке выпускной работы магистра и в профессиональной деятельности.

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования группового способа обучения на практических занятиях, разбора конкретных ситуаций и интерактивного обсуждения результатов исследовательских учебных работ. Реализация современного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных интерактивных форм проведения занятий, посещение профильных научно-исследовательских учреждений и повысить интерес к изучению дисциплины. Задачей преподавателя является приведение максимального количества позитивных примеров учреждений и специалистов добившихся высоких результатов в своих отраслях биотехнологии, для стимулирования интереса студентов к углубленному изучению данных дисциплин.

Программу разработал (и):

Монахос С.Г., д.с.-х.н., профессор



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Структурная и сравнительная геномика» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 Биология, направленность «Биоинформатика» (квалификация выпускника – магистр).

Монахосом Григорием Федоровичем, генеральным директором ООО «Селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева», кандидатом сельскохозяйственных наук, старшим научным сотрудником (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Структурная и сравнительная геномика» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 Биология, направленность «Биоинформатика» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре молекулярной селекции, клеточных технологий и семеноводства (*разработчик - Монахос Сократ Григорьевич, заведующий кафедрой, д. с.-х.н., профессор*).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Структурная и сравнительная геномика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 06.04.01 Биология. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 06.04.01 Биология.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Структурная и сравнительная геномика» закреплена **2 компетенции**. Дисциплина «Структурная и сравнительная геномика» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Структурная и сравнительная геномика» составляет **2 зачётных единицы (72 часа)**.

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Структурная и сравнительная геномика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 06.04.01 Биология и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Структурная и сравнительная геномика» предполагает **18 часов** занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 06.04.01 Биология.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, диспутах и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **зачета**, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 06.04.01 Биология.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – **2 источника** (базовый учебник), дополнительной литературой – **7 наименования**, Интернет-ресурсы – **15 источников** и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 06.04.01 Биология.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Структурная и сравнительная геномика» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Структурная и сравнительная геномика».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Структурная и сравнительная геномика» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 Биология, направленность «Биоинформатика» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Монахом Сократом Григорьевичем, заведующим кафедрой, д.с.-х.н., профессором соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Монахос Григорий Федорович, генеральный директор ООО «Селекционная станция им. Н.Н.Тимофеева», кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник _____ «29» августа 2025 г.

(подпись)

